

畑地用粒剤の除草効果

農林水産省農事試験場畑作部 野口勝可

1. はじめに

わが国の畑作、特に夏作においては、高温・多湿の気象条件のため、雑草の繁茂が著しく、その防除には多くの労力と時間を必要とし、依然として畑作における諸作業のなかで、除草労力は大きなウエイトを占めている。そのなかで、除草剤の使用は、除草労力の軽減に大きな役割をはたしたことは明らかである。ところで、畑作における除草剤は、単位面積当りの使用量が水田に比べて少なく、その原因として経済的な要因もあろうが、散布法の問題があることも指摘されている⁶⁾。除草剤の散布法としては周知のように、水和剤や乳剤のように水で希釈して散布する方法（以下液剤という）と、粒剤のように水を使わずに直接薬剤を散布する方法とがあ

る。畑地においては第1表に示すように、ほとんどが前者の使用法である。たとえば、畑地で最も使用量の多いCATについてみると、水和剤の33.3万haに対して、粒剤は6.4万haに過ぎない。一方、水田においては、その散布法が粒剤化などにより非常に簡易化され、使いやすくなっている。

除草剤の使用は、本来除草労力の節減、すなわち省力化のためであり、したがって、その処理法も省力化する必要がある。畑地においても省力的な粒剤化への要望が強いのに、粒剤があまり普及していないのは、粒剤化されている除草剤の種類が少ないこともあろうが、その効果が液剤に比べて問題があると考えられているからであろう。また、粒剤の適当な散布機が普及していないこともあろう。以下、畑作における粒剤の効果をめぐる諸問題について検討してみる。

第1表 畑作用粒剤の使用面積 (昭和53年度)

| 薬剤名 | 使用面積 千ha |
|-------------|-------------|
| PCP粒剤 | 18.9 |
| CAT " | 63.9 |
| NIP " | 7.8 |
| トリフルラリン粒剤 | 56.1 |
| EPTC " | 5.3 |
| バーナレート " | 1.2 |
| MCO " | 3.4 |
| 計 | 156.6 |
| (参考) CAT水和剤 | 333.0 |
| 畑作用土壌処理剤 | 1032.7 |

注 1) 植調第12巻第9号より引用作成。

2) 粒剤は畑作用土壌処理剤のみ。

2. わが国における畑作の条件と除草剤使用

わが国の耕地は、水利のよい平坦な低地はほとんど水田として発達し、水利の悪い所や傾斜地などが畑地として利用されてきた。したがって、わが国の畑地は一般に水利が悪く、また、北海道を除いて耕地が分散し、小規模で農家から耕地までの距離が離れている所が多い。さらに、作付されている作物の種類も多く、作型も多様である。

このような条件のなかで、除草剤を使用し、さらに省力化を求めるとすれば、どのような方向が考えられるだろうか。その一つは、多量の水を必要としない少量散布法である。除草剤は、特に播種後土壌処理の場合、殺虫剤や殺菌剤と違い処理する溶液の濃度が問題でなく、単位面積当りの投下薬量が問題とされる。多量の水で稀釈して散布すればより均一にできようが、要はより少ない水量でも均一に処理できるかどうかである。標準的には10a 当り 70~100l とされているが、これは 5~10個の噴頭付のスプレーヤを用いて処理する場合の水量であり、農家が 10 l 容の背負型全自動噴霧器で処理する場合は 30~40 l が普通である。なお、水で散布した場合、乾燥条件での灌水効果を指摘する意見もあるが、10a 当り 100 l の水量はわずか 0.1mm にしか相当しないことを考えれば、灌水としての効果は無視しうるし、水は単に均一な処理層を作るための媒体と考えてよい。特殊な噴頭を用いればより少ない水量で処理が可能で、武長ら¹¹⁾は、10 a 当り 3~10 l を少量散布、0.6~3 l を過少量散布、0.6 l 以下を微量散布と定義し、これらの水量で除草剤処理を試みている。

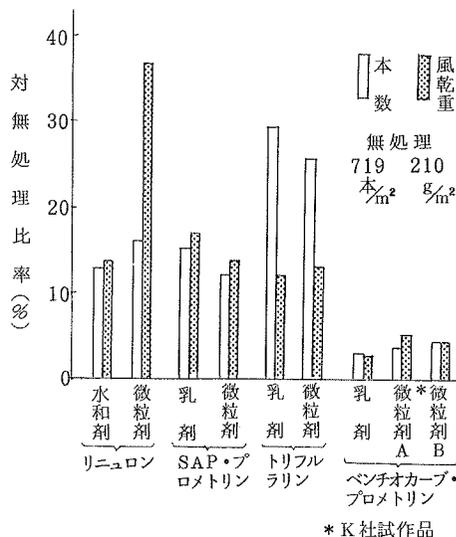
省力化のもう一つの方法が、粒剤の利用である。粒剤は水で稀釈して処理する方法に比べて非常に簡便であり、水田なみの安定した技術が確立されれば、広範な適用場面が考えられる。なお、粒剤 (granule) の用語について、厳密には粒度により粒剤、微粒剤、微粒剤Fの区別がされているが、本論ではこれらを一括して「粒剤」の用語を用いた。

3. 畑地における粒剤の除草効果

粒剤は一般に土壌水分や処理後の降雨の有無、さらに砕土や畦の高低などによって、その効果

に変動が生じやすく、液剤に比べて効果の劣る場合のあることが指摘されている。以下、実際の圃場条件における粒剤の試験例について検討してみよう。

竹内¹²⁾によると、CNP、トリフルラリン、A-1803粒剤は液剤と同一薬量で同程度の効果が期待できるが、PCP、プロメトリン粒剤では液剤と同程度の効果を得るには50%程度増量する必要があるとしている。森ら⁹⁾は、大豆畑における試験の結果、リニュロン微粒剤は水和剤に比べて効果がやや劣ったが、SAP・プロメトリン、トリフルラリン、ベンチオカーブ・プロメトリン微粒剤は、液剤と同じかむしろやや優れた効果が認められたとしている。なお、いずれの薬剤とも大豆に対する薬害は認められ



第1図 大豆畑における各除草剤の剤型別除草効果 (森ら)

なかった (第1図)。Robinsonら¹⁰⁾は、棉畑の雑草防除で、液剤と粒剤の除草効果について試験し、概して液剤>粒剤であったが、fluometuron、アラクロール、トリフルラリン粒剤は、液剤にほぼ匹敵する効果が得られたとしている。また、Lavakeら⁴⁾は、セイヨウヒルガオの防

除に、ピクロラム, HRS-587, fenac, 2,3,6-TBAの粒剤と液剤の比較をして、いずれの除草剤とも粒剤の方が卓効を示す結果が得られたとしている。これは、粒剤の方が液剤より遅効的であるためと推察している。

この他に、毎年、植調協会を通して行われる除草剤の適用性判定試験においても多くの試験例がある。「総合要録」の畑作編から最近の例をひろってみると、年次、試験場所により効果の変動はみられるが、ベンチオカーブ・プロメトリン, MCC, SD-11831 (ニトラリン), トリフルラリン, S-28U, SSH-43 (インウロン), MB-206 (リニューロン), HW-920 (DCMU)などの(微)粒剤は、高い除草効果が得られている。

以上のように、供試薬剤、試験場所、年次などにより若干の変動はみられるが、粒剤の除草効果が液剤に比べて決して劣らない例が多くみられた。したがって、条件による変動はあるにしても、畑地における粒剤の実用性はかなり高い場面のあることが解った。

4. 粒剤の効果の変動

粒剤が高い除草効果を示した例が多くみられたのに、前述したように畑作で普及しにくいのはどうしてであろうか。それは、主として散布技術の問題であると思われる。これまでみてきた試験例は、ほとんど試験場などのよく管理された条件での結果であり、一方、農家の圃場では条件はより多様で、また、散布技術の差もあると考えられる。以下、散布の問題を中心に、粒剤の効果の変動について述べてみよう。

① 粒剤の水平方向への移動

乳剤や水和剤では散布に関してはほぼ均

一に行われ、安定した除草剤の処理層が形成されるため、水平方向への移動はほとんど問題とされず、葉害の関連から下方への移動が問題とされている。一方、粒剤については、1粒当りの占有面積が液剤に比べて大きいので(第4表参照)、水平方向への移動が除草効果との関連で問題にされる。この水平方向への移動の大小は、粒剤の粒度を規定する一つの要因となろう。

粒剤の水平方向への移動に関して、いくつかの報告がある。森ら⁸⁾は、微粒剤の除草機構の解明のため、微粒剤の除草効果エリアについて検討した。その一部を第2表に示した。その結果、1cm²当りに1穴(0.1cm²)の割合で除草剤(ベンチオカーブ・プロメトリン)を処理した場合、無処理区の10%以下の高い効果が得られたが、4cm²当りに1穴の割合では抑草効果は劣った。また、雑草の生存率から逆算して、除草効果エリアを算出し、微粒剤では半径6~9mmとしている。Ashford¹⁾は、trillate粒剤がカラスムギに及ぼす作用範囲について試

第2表 除草活性の水平方向への移動

| 穴の間隔 | 剤型 | 薬量 | 残草率 | 1穴当りの除草エリア | 同左半径 |
|--------------------------------|-----|-------|-------|-----------------------|---------|
| 1cm (1穴*/1cm ²) | 乳剤 | **標準量 | % 8.2 | cm ² 0.918 | cm 0.56 |
| | | 倍量 | 2.0 | 0.980 | 0.64 |
| | 微粒剤 | 標準量 | 4.1 | 0.959 | 0.61 |
| | | 倍量 | 2.0 | 0.980 | 0.64 |
| 2cm (1穴/4cm ²) | 乳剤 | 標準量 | 57.1 | 1.716 | 0.74 |
| | | 倍量 | 44.9 | 2.204 | 0.84 |
| | 微粒剤 | 標準量 | 34.7 | 2.612 | 0.91 |
| | | 倍量 | 26.5 | 2.936 | 0.97 |

* 1穴の面積は0.1cm²

** 薬剤はベンチオカーブ・プロメトリンで、標準量は成分で40 + 4g/a.

[森ら(1976)より作成.]

験し、カラスムギの穎果の先端からの水平方向への距離が離れるにしたがい粒剤の効果は減少し、10mm以上離れるとほとんど影響を及ぼさなくなるとしている。さらに、粒剤の作用範囲 (area-of-influence) について、Erbach²⁾ の詳しい実験がある。粒剤の設置深さ、種子の覆土深、土壌水分含量、水分の供給方式、雑草と除草剤の組み合わせ、粒剤からの雑草の距離などが除草効果に影響を及ぼす。種々の試験の結果、殺草効果 (y) は粒剤からの距離 (X) の関数として表わされ、 $y = 10e^{-A(X-B)^2}$ の関係式が得られた。A、Bはパラメータで、Aは距離が離れることによる効果の減少に、Bは効果が減少し始める粒剤からの距離にそれぞれ対応している。yの値は0 (効果なし)、2.5、5、7.5、10 (完全防除) の5段階に区分したが、7.5以上では殺草効果が著しいので、y = 7.5のときのXの値を求めて、粒剤の作用半径

第3表 $y = 10e^{-A(X-B)^2}$ で推定したROCとR²

| 薬 剤 | 処 理 | | | パラメータ | | R ² | ROC |
|--------|---------|-------|----------|-------|-------|----------------|-----|
| | 水ポテンシャル | 粒剤の深さ | 水分の供給方式 | A | B | | |
| アラクロール | -1.1 | 0 | 地下灌がい(I) | 0.060 | 0.12 | 0.89 | 2.3 |
| | | | 灌水 (R) | 0.042 | 0.40 | 0.70 | 3.0 |
| | | 1 | I | 0.098 | -0.04 | 0.93 | 1.7 |
| | | | R | 0.150 | 0.11 | 0.92 | 1.5 |
| | -0.8 | 0 | I | 0.063 | 1.74 | 0.73 | 3.9 |
| | | | R | 0.062 | 1.82 | 0.81 | 4.0 |
| | | 1 | I | 0.052 | 1.17 | 0.78 | 3.5 |
| | | | R | 0.091 | 1.74 | 0.90 | 3.5 |
| アトラジン | -1.1 | 0 | I | 0.022 | -5.18 | 0.28 | 0 |
| | | | R | 0.116 | -0.54 | 0.58 | 1.0 |
| | | 1 | I | 0.076 | -0.42 | 0.62 | 1.5 |
| | | | R | 0.246 | -0.52 | 0.63 | 0.6 |
| | -0.8 | 0 | I | 0.206 | -0.47 | 0.59 | 0.7 |
| | | | R | 0.306 | 0.36 | 0.84 | 1.3 |
| | | 1 | I | 0.447 | 0.31 | 0.82 | 1.1 |
| | | | R | 0.330 | 0.23 | 0.78 | 1.2 |

(Erbach, D.C.らより作成)

(ROC = radius-of-control)とした。すなわち、 $ROC = X_{y=7.5} = 0.536(A)^{-0.5} + B$ となる。第3表に示すように、アラクロール粒剤による foxtail millet防除についてのROCは1.5~4.0 cm、アトラジン粒剤によるイチビ防除についてのROCは0~1.5 cmであり、粒剤の作用範囲はアトラジンよりアラクロールの方が大きかった。また、両薬剤とも乾燥条件より湿潤条件の方が水平方向への移動が大きかった。このように、高水分条件の方が水平方向への移動が大きいことは、Molnauら⁵⁾も propachlor粒剤について認めている。また、筆者らも、粒剤の水平方向への移動が薬剤によって差異のあることを認めている。

以上のように、粒剤の水平方向への移動程度は、薬剤の種類、土壌水分条件、土壌の種類、温度条件などによって変動する。粒剤の効果的な使用法を確立するためには、一定条件のもと

で、薬剤ごとに水平方向への移動の大小について明らかにしておく必要がある。

② 粒剤の粒度

現在実用化されているものや試験中のものを含めて多くの粒剤が作られているが、第4表に示すようにそれぞれ粒度分布などに差異がみられる。第4表でg当りの粒数の多いものはHW-920で約7万粒、少ないものはSSH-43で3100粒、現在最も多く使われているCATは約1万粒で、中間よりやや少ない数値である。このg粒数をもとに、10a

第4表 (試作) 粒剤の粒度およびg当り粒数***

| 粒 剤 名 | 粒度分布 | 仮比重 | g 当り 粒 数 | 1 粒 当り * 占有面積 | 同 左 半 径 * | 1 cm ² に 落 ち る * 粒 数 |
|--------------|--------|------|----------------|------------------|-------------|------------------------------------|
| | メッシュ | | | cm ² | cm | |
| SSH-43 | 20~80 | 1.07 | 3,100 | 0.65 | 0.45 | 1.6 |
| B-3015・P | 28~42 | 0.93 | 7,000 ~ 8,000 | 0.29~0.25 | 0.30 ~ 0.28 | 3.5 ~ 4.0 |
| S-28U | 28~48 | 0.94 | 8,000 ~ 10,000 | 0.25~0.20 | 0.28 ~ 0.25 | 4.0 ~ 5.0 |
| CAT | 16~80 | 1.3 | 10,000 | 0.20 | 0.25 | 5.0 |
| トリフルラリン | 20~60 | 0.41 | 24,000 | 0.08 | 0.16 | 12.0 |
| プラナピアン | 48~150 | 1.52 | 30,000 | 0.07 | 0.15 | 15.0 |
| S-28UA | 32~60 | 0.94 | 32,000 | 0.06 | 0.14 | 16.0 |
| HW-920 | 48~150 | 0.83 | 70,000~71,000 | 0.03 | 0.10 | 35.0 ~ 35.5 |
| 水 (100ℓ/10a) | | | 239,000** | 0.0004 | 0.011 | 2390 |

* 散布量を5kg/10aとして計算した。1cm² は半径0.56cmに相当。

** 粒子の直径を200μとして計算した。

*** 畑地用除草剤利用率向上研究会の資料より作成。

問題は、
除草効果
を期待す
るにはど
の程度の
粒度が適
当かとい
うことで
ある。す
でに述べ
たように、
粒剤の水
平方向へ

当り5kgを均一に散布したとして、その1粒当りの占有面積、1cm²(半径0.56cmの円)に落ちる粒数が計算できる。すなわち、1粒当りの占有面積はg粒数の少ないSSH-43では0.65cm²で、これは半径0.45cmの円に相当する。CATでは0.2cm²で半径0.25cm、g粒数の多いHW-920では0.03cm²で0.10cmに相当する。次に、1cm²に落ちる粒数を計算してみると、SSH-43は1.6粒、CATは5.0粒、HW-920は約35粒である。ここで、液剤の場合について計算してみた。10a当り100ℓの水で処理し、粒径を200μとすると、g当り粒数は239,000、1粒当りの占有面積は0.0004cm²、そして、1cm²に落ちる粒数は2,390となる。これを粒剤と比較してみると、たとえば1cm²に落ちる粒数では、CATで1/480、HW-920でも約1/70に過ぎない。以上のように、現在、実用化または供試されている粒剤は粒度分布やg粒数などにかかなりの幅があること、また、いずれの粒剤も水で処理する場合に比べて1粒当りの占有面積が大きく、したがって1cm²に落ちる粒数がないことがわかる。

の移動の大小、そして何よりも散布精度がどの程度かなどを明らかにする必要がある。まず、水平方向への移動は薬剤や水分条件などによって違うが、①での試験例からみて、半径0.5~1cmという値は目安になると思われる。そこで、半径0.56cmに相当する1cm²当りの粒数を基準に考えると、散布が均一に出来れば1cm²の中に数粒落ちれば一応の除草効果は期待できよう。第4表をみると、SSH-43は1cm²に1.6粒落ちる計算であるが、散布技術を考えて若干粒数が少ないように思われ、少なくともg粒数1万で、1cm²に5粒落ちるCATなみの粒度は必要だろう。森ら⁷⁾は、畑地用粒剤の適正粒度は32~150メッシュの範囲にあることを報告しているが、ドリフトや散布精度などを考慮して、さらに検討する必要がある。

③ 粒剤の効果と変動要因

粒度のほか、粒剤の効果に変動を及ぼす要因がある。その最も大きいものは、水分条件である。近内ら³⁾によると、CAT粒剤の除草効果は最大容水量比22%以下では発現しないこと、降雨量は5mm以上が望ましく、また、薬剤処

理後の降雨が有効であることを明らかにしている。処理後の降雨は機械的衝撃によって、処理層の形成を促進すると考えられる。竹内¹²⁾によると、作物の種類によって播種期の差異や管理の精粗があり、それが粒剤の効果に影響し、たとえば、入梅時に挿苗する甘しょでは、高畦の条件にかかわらず、効果が高いという。森ら⁸⁾によると、SAP・プロメトリンについて、処理後の乾燥期間が長い場合、むしろ乳剤に比べて微粒剤の方が殺草力の低下が少ないという。さらに、土塊の大きいものがあつた場合でも微粒剤の除草効果は低下せず、むしろ乳剤に優れた

が、これは微粒剤が死角にも飛散転入するためであろうとしている。

5. おわりに

以上、畑作における粒剤の除草効果をめぐる諸問題について検討してきた。畑作において、粒剤に対する要望が強いし、たとえば生育期処理などの利用場面も考えられ、安定した効果が得られれば、普及する可能性が高いと思われる。今後、多くの試験例を積みかさね、より一層の効果の向上をはかることが望まれる。

引用文献

1. Ashford, R : Weed Sci. 23, 470 ~ 472 (1975).
2. Erbach, D. C. et al. : Weed Sci. 24, 170 ~ 174 (1976).
3. 近内誠登他 : 雑草研究 5, 114 ~ 118 (1966).
4. Lavake, D. E. et al. : Weed Sci. 18, 341 ~ 344 (1970).
5. Molnau, M. P. et al. : Weed Sci. 21, 185 ~ 188 (1973).
6. 森康明 : 雑草研究 14, 55 ~ 60 (1972).
7. 森康明他 : 雑草研究 18, 21 ~ 26 (1974).
8. ——— : 雑草研究 21, 163 ~ 167 (1976).
9. ——— : 日本雑草防除研究会第14回講演会講演要旨. 231 ~ 233 (1975).
10. Robinson, E. L. et al. : Weed Sci. 18, 751 ~ 753 (1970).
11. 武長孝他 : 農機研研究報告第12号, 1 ~ 106 (1978).
12. 竹内栄次郎 : 雑草とその防除 9, 33 ~ 36 (1971).

| | |
|--|--|
| <p>'78年版 SHORT REVIEW OF HERBICIDES</p> <p>編集 保土谷化学工業(株)</p> | <p>新版・日本原色雑草図鑑</p> <p>編集 沼田 真・吉沢長人 B 5判 420頁 定価9,800円(〒280円)</p> |
| <p>●記載内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ●化学名 ●構造式 ●毒性 ●適用雑草 ●作用機作 ●化学的・物理的性状 | <p>B5判248頁/定価4,000円(送料別)</p> <p>現在世界中で使用、研究開発されている除草剤500余種類を最新情報にもとずいて網羅。</p> <p>野菜抵抗性品種とその利用</p> <p>山川邦夫著 A 5判 136頁(カラー4頁) 定価1,900円(送料別)</p> |
| <p>全国農村教育協会 東京都港区愛宕1-2-2 第9森ビル 電話03(436)3388 振替東京1-97736</p> | |